

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA
EMPRESA INDELPA S.A.**

SEBASTIAN CARMONA OLARTE

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Pereira, Marzo del 2019

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA
EMPRESA INDELPA S.A.**

SEBASTIAN CARMONA OLARTE

Trabajo presentado como tesis para optar al título de ingeniero mecánico

Director

WILLIAM OLARTE CORTES

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

Pereira, Marzo del 2019

Pereira, Noviembre 2018

Nota de aceptación:

Firma del Director de Proyecto

AGRADECIMIENTOS

- Al ingeniero William Olarte. Director del proyecto, por ser el que gestionó el contacto con la empresa Indelpa S.A., además de acompañar y orientar la realización de este proyecto.
- Al encargado del mantenimiento de Indelpa S.A. Alexander Zuleta, por colaboración con la identificación de los equipos y de los procesos, además de facilitar toda la información disponible para realizar la actualización.
- Al ingeniero William Ruiz. por brindarnos la oportunidad de realizar el trabajo en su empresa y poner a disposición el personal de esta.
- Por último, agradecer a los operarios Viviana Duran, Fernely Alvarado, Jaime Valencia y a todo el personal, que de una u otra forma tuvieron la disposición de ayudar con todas las cuestiones que fueron surgiendo durante el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN.....	9
OBJETIVOS.....	10
INTRODUCCIÒN	11
1. INDELPA S.A.....	12
1.1. LA EMPRESA	12
1.2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
1.3. Plano de localización de Indelpa S.A.....	13
1.4. MISIÓN Y VISIÓN	14
1.4.1. Misión.....	14
1.4.2. Visión.....	14
1.4.3. Valores corporativos.....	14
1.4.4. Políticas de calidad	14
2. Proceso productivo de la empresa	15
2.1. Estaciones de flejes	19
2.1.1. Desbobinador.....	19
2.1.2. Alimentador de flejes.....	19
2.2. Doblado	21
2.3. Soldadura.....	21
2.4. Lavado	21
2.5. Pintura y horneado	21
3. Mantenimiento	22
3.1. Mantenimiento correctivo	23

3.2.	Mantenimiento preventivo	23
3.3.	Precedentes de mantenimiento en Indelpa S.A.	24
3.4.	Alcance del plan de mantenimiento	24
3.5.	Restricciones	24
4.	Metodología	25
4.1.	Codificación	26
4.2.	Tarjeta maestra	27
4.3.	Orden de trabajo	31
4.4.	Hoja de vida	33
4.5.	Tareas de mantenimiento	35
4.6.	Rutas y rutinas de mantenimiento	37
5.	Informes obtenidos con el nuevo formato de hoja de vida	37

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Plano localización de Indelpa S.A	12
Figura 2.0 Desarrollo.....	15
Figura 2.1 Laterales.....	15
Figura 2.2 Tapas.....	15
Figura 2.3 Proceso productivo cajas de breaker.....	16
Figura 2.4 Proceso productivo cajas de paso.....	16
Figura 2.5 Cajas de breaker.....	17
Figura 2.6 Cajas de paso.....	17
Figura 4.0 Estructura de codificación	25
Figura 4.1 Códigos asignados a las áreas	26
Figura 4.2 Códigos asignados a los equipos secundarios	26
Figura 4.3 Ejemplo de ficha técnica de Indelpa S.A	27
Figura 4.4 Ejemplo 2 ficha técnica de Indelpa S.A	28
Figura 4.5 Orden De trabajo.....	30
Figura 4.6 Orden de trabajo parte posterior.....	31
Figura 4.7 Ejemplo 1. Nuevo formato hoja de vida.....	33
Figura 4.8 Ejemplo 2. Nuevo formato hoja de vida.....	33
Figura 4.9 Tareas mecánicas de mantenimiento.....	34
Figura 4.10 Tareas eléctricas de mantenimiento	35
Figura 4.11 Tareas de lubricación de mantenimiento	35
Figura 5.0 Filtro de información por acontecimiento.....	37
Figura 5.1 Tabla dinámica de gastos, fechas y proveedores.....	37

Figura 5.2 Gasto anual de mantenimiento por maquina38

RESUMEN

Se llevó a cabo la actualización del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Indelpa S.A. la cual cuenta con un reducido personal dedicado al área de mantenimiento y que además está encargado de otras áreas. Lo anterior se realizó con el fin de facilitar y mejorar la labor de los encargados del mantenimiento, poniendo a su disposición una información más organizada y eficiente, que permitirá tomar decisiones administrativas de forma más eficiente.

La actualización del plan de mantenimiento se ejecutó en 3 grandes etapas. En primera instancia se procedió a realizar un inventario de los equipos que posee la empresa, también, se propuso una nueva codificación para estos. Se identificó cuales equipos contaban con manual de usuario y cuáles eran los equipos críticos en el proceso productivo para así realizar o actualizar sus rutas de mantenimiento preventivo. En la segunda etapa se recolectó toda la información disponible de los equipos para la actualización de las fichas técnicas/tarjetas maestras y hojas de vida. Se aprovechó el nuevo formato de las hojas de vida para identificar la frecuencia con la que se realizan reparaciones en los equipos, los proveedores de la empresa y los gastos que generan anualmente cada equipo. Finalmente se procedió a proponer una reprogramación de las actividades de mantenimiento preventivo que la empresa tiene planteadas, además de presentar los nuevos formatos de fichas técnicas, hojas de vida y ordenes de trabajo al personal correspondiente

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Actualizar el plan de mantenimiento preventivo existente en la empresa Indelpa S.A

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Actualizar el inventario y codificación de los equipos existentes en la empresa.
- Identificar la criticidad de las máquinas en el proceso de producción.
- Actualizar tarjetas maestras de las máquinas críticas para el proceso de producción (ficha técnica).
- Modificar o establecer la frecuencia de las actividades de mantenimiento preventivo de las máquinas críticas del proceso productivo.
- Programar rutinas de lubricación de cada una de las máquinas.
- Creación de un formato de orden de trabajo
- Socializar el plan de mantenimiento con el personal correspondiente, explicar la metodología y funciones de las actualizaciones realizadas

INTRODUCCIÒN

La importancia de la administración del mantenimiento en cualquier empresa radica en la capacidad de mantener los equipos involucrados en el proceso productivo en condiciones óptimas para su funcionamiento, además de facilitar las intervenciones y el debido control de estos cuando se hace necesario.

La actualización del plan de mantenimiento permite un mejor aprovechamiento del capital humano, genera mejoras en la continuidad del flujo de producción lo cual se relaciona con el mejoramiento de la productividad y disminución de costos, también brinda un manejo más organizado y sistematizado del área de mantenimiento ya que amplía la información disponible para una mejor toma de decisiones.

Con la intención de mejorar la organización de la información y contar con un sistema claro, se emplearán herramientas ofimáticas para la actualización del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Indelpa S.A. Con esto se pretende realizar una actualización de las máquinas y criticidad de estas, hoja de vida de las máquinas, cronogramas de mantenimiento y sus frecuencias, entre más actividades que permitirán llevar a cabo de forma ordenada un plan de mantenimiento sostenible.

1. INDELPA S.A.

1.1. LA EMPRESA

Razón social:

Indelpa S.A.

Sector:

Metalmecánica

Actividad económica

Manufactura e insumos

Servicios que presta la empresa

Fabricación y comercialización de productos para el sector energético, industrial, construcción y residencial: Tableros de baja tensión; celdas de media tensión; cajas de paso o empalme; cofres para alojar equipo eléctrico; gabinetes telefónicos; cajas para medidores; racks para telecomunicaciones; canaletas para cableado eléctrico.

1.2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La planta está ubicada en:

Dirección: Carrera 16 No 8 – 138

Municipio: Dosquebradas

Departamento: Risaralda

País; Colombia

1.3. Plano de localización de Indelpa S.A.

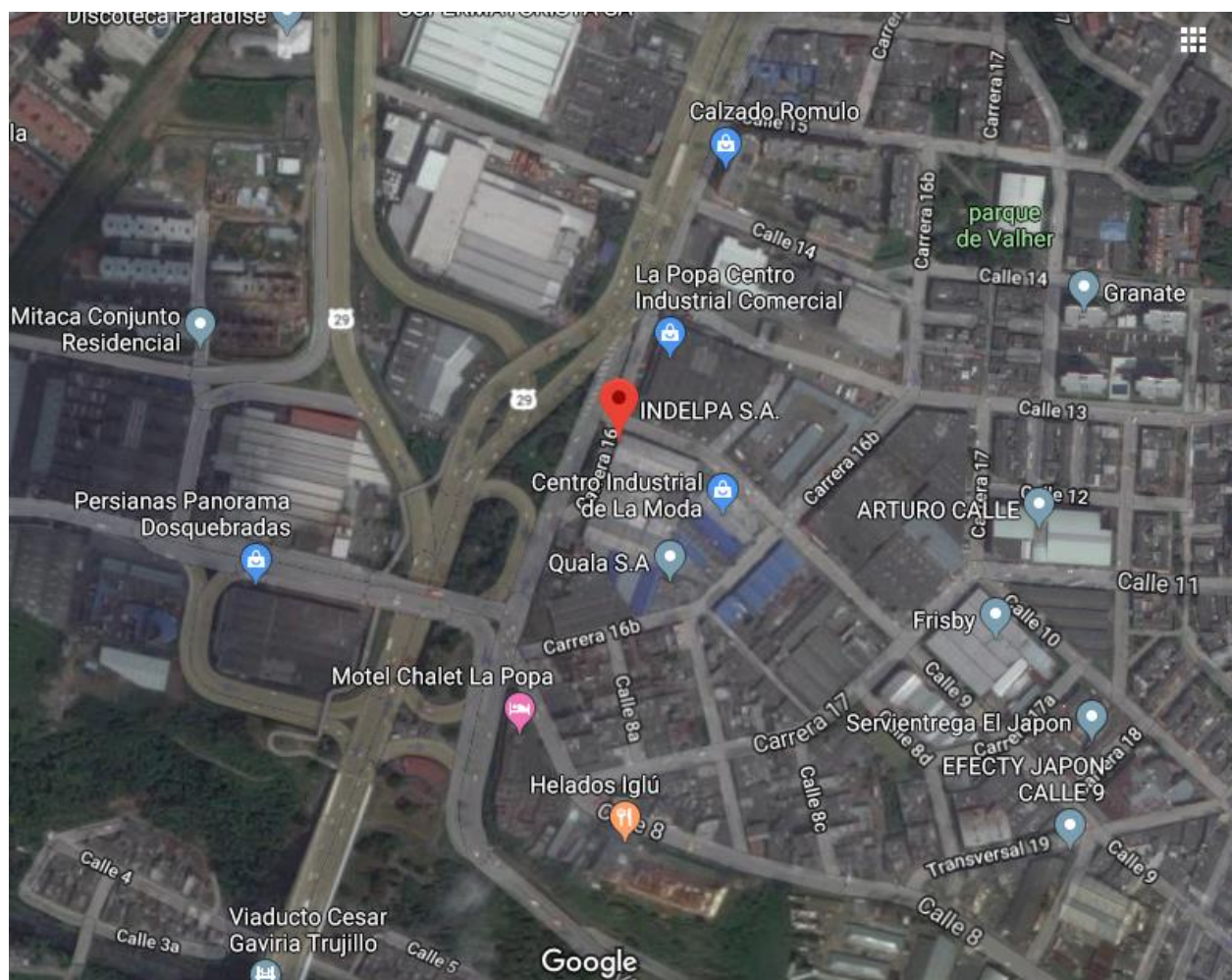


Figura 1. Localización Indelpa S.A.

1.4. MISIÓN Y VISIÓN

1.4.1. Misión

INDELPA S.A. es una empresa fabricante de tableros y componentes para el sector energético, industrial, construcción y residencial, fabricados bajo normas técnicas, con un precio justo y entrega oportuna para satisfacer las necesidades de rentabilidad y generación de valor de nuestros clientes, proveedores, empleados y accionistas.

1.4.2. Visión

Para el 2020 seremos una empresa con productividad de clase mundial que nos permitirá ser reconocidos como una alternativa económica de productos confiables para el sector energético, industrial, construcción y residencial, cumpliendo con requisitos técnicos de calidad y entrega oportuna.

1.4.3. Valores corporativos

- Responsabilidad
- Orden y disciplina
- Honestidad
- Calidad en nuestro trabajo
- Respeto por nuestros clientes

1.4.4. Políticas de calidad

El compromiso de Indelpa S.A. es entregar oportunamente tableros y componentes para el sector energético, que logren la satisfacción y generación de valor para los clientes internos y externos

mediante el mejoramiento continuo de los procesos, el cumplimiento de los requisitos legales y normas técnicas aplicables a los productos y el desarrollo de las competencias del personal

2. Proceso productivo de la empresa

Nota: La descripción del proceso del que se hablará a continuación está basada en la documentación de procedimientos con la cuenta la empresa e información brindada por su personal.

En general, el proceso productivo de Indelpa inicia con dos diferentes presentaciones de su principal materia prima, acero Cold Rolled. Una es en fleje lámina con peso entre 250 y 1000 kg, anchos de 130-370 mm y calibres de 20-26, otra presentación es en láminas de 1220x2440 mm, calibres de 14-26 y con peso entre 9,35 y 44,4 kg. Dependiendo de la presentación de la materia prima el producto atravesará por diferentes zonas o áreas, las cuales son:

- Estaciones de flejes
- Cizallado
- Punzonado
- Troquelado
- Doblado
- Soldadura
- Lavado y horneado
- Pintura
- Ensamble
- Despachos

El recorrido por las áreas dependerá del producto que se realice y que parte de este se fabrique (Desarrollo, laterales o tapas).

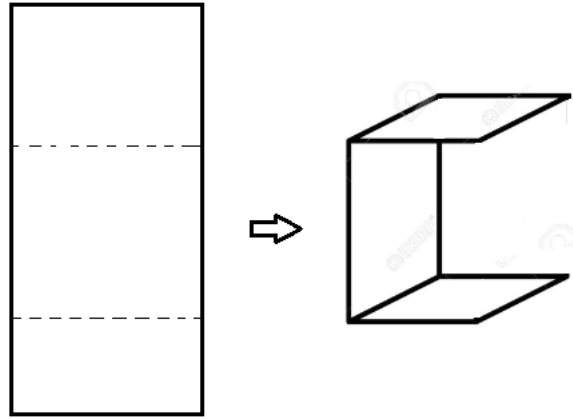


Figura 2.0 Desarrollo

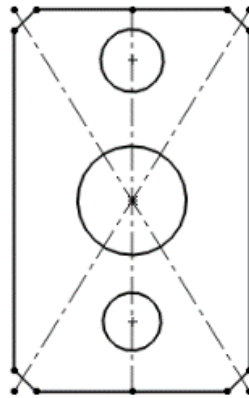


Figura 3.1 Laterales

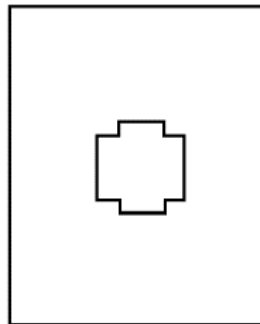


Figura 4.2 Tapas

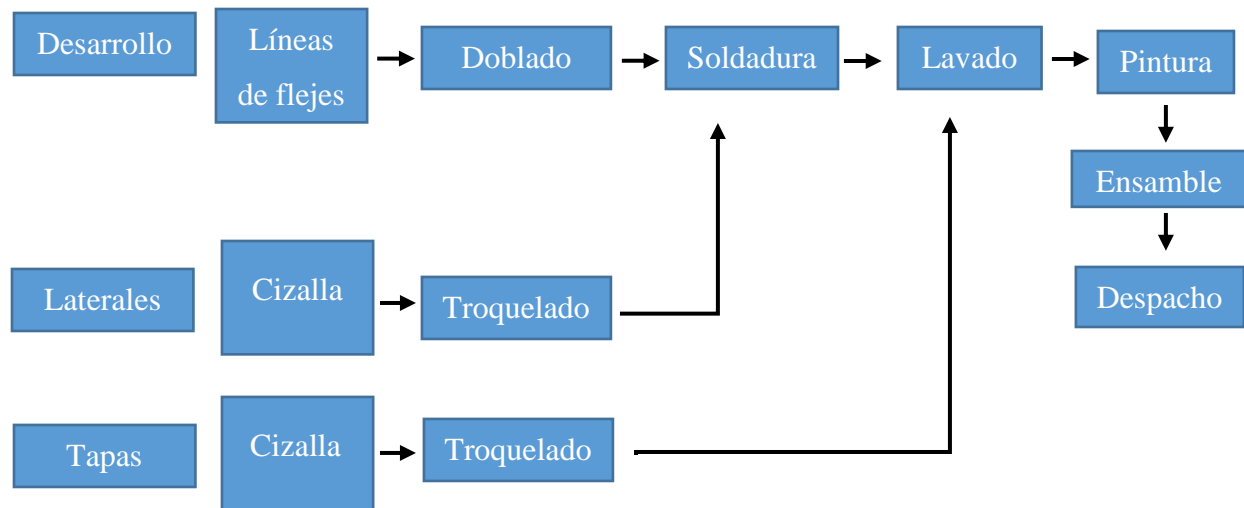


Figura 5.3 Proceso productivo cajas de breaker

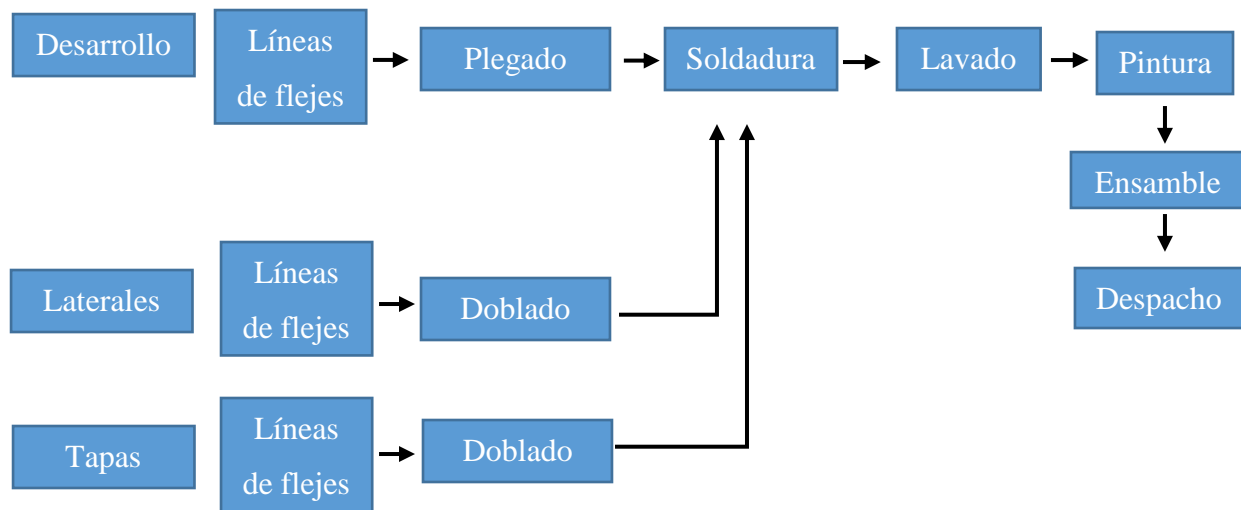


Figura 6.4 Proceso productivo cajas de paso



Figura 7.5 Caja de breaker



Figura 8.6 Caja de paso

2.1. Estaciones de flejes

Esta área consta principalmente de cinco estaciones u operaciones, la cuales son:

- Desbobinador
- Alimentador de flejes
- Troquel 1
- Troquel 2
- Cizalla

Las operaciones realizadas en las estaciones de troqueles 1 y 2 varían dependiendo del componente del producto que se esté realizando. Cuando se fabrican cajas de breaker, solo el desarrollo pasa por las estaciones de flejes, en el caso de fabricar cajas de paso, tanto el desarrollo como la tapa y los laterales pasan por dichas estaciones.

2.1.1. Desbobinador.

En esta estación se monta el fleje (rollo de lámina) con las características técnicas que requiere el producto que se va a fabricar. El desbobinador utiliza un motorreductor para desenvolver progresivamente el fleje y llevarlo hacia el alimentador.

2.1.2. Alimentador de flejes.

Este dispositivo trabaja de manera sincronizada con el desbobinador. El alimentador está compuesto por dos mordazas neumáticas (una móvil y otra fija), dos columnas deslizantes y un

cilindro neumático ajustable. El material es guiado lateralmente por cuatro rodillos guías individualmente ajustables.

Una señal de inicio es proporcionada al alimentador por parte de una leva unida al cigüeñal de la máquina, esto asegura que, en cada carrera de la máquina, el alimentador reciba la señal de inicio en el momento preciso en el que la herramienta empieza a abrirse, permitiendo al material ser alimentado a las siguientes estaciones.

2.1.3. Troquel 1

Esta estación está compuesta por un troquel hidráulico conectado a una unidad hidráulica T200. Aquí se procesa el material que provee el alimentador. Se realizan operaciones como despuntes, perforación de chapa, marcación de neutro y tierra, y knock-outs.

2.1.4. Troquel 2

Esta estación se encuentra ubicada justo al lado de el troquel 2 y está conectada a la misma unidad hidráulica. Aquí ejecutan operaciones como Knock-outs, perforación bornera, orificio de sujeción breaker, marcación de tierra y perforación repujada.

Como se dijo anteriormente, las operaciones que se ejecuten en los troqueles 1 y 2 dependerán del producto y la parte de este que se esté fabricando.

2.1.5. Cizalla

En esta estación se encuentra una cizalla hidráulica conectada a la misma unidad que los troqueles. En esta estación termina el proceso de la línea de flejes, cortando el material a la longitud requerida y con las operaciones de troquelado ya realizadas. El material cortado se almacena en canastas para posteriormente ser llevado a soldadura o a doblado según se requiera.

2.2. Doblado

El proceso de doblado/plegado se puede realizar en dos máquinas distintas, en las dobladoras hidráulicas o en las plegadoras CNC, esto dependerá del tamaño del material a doblar. En la fabricación de las cajas de paso todos sus componentes pasan por esta área. Cuando se fabrican cajas de breaker, solo el desarrollo es sometido a doblado.

2.3. Soldadura

En esta área se encuentran dos tipos de soldadores, los soldadores Mig y los soldadores de punto. En piezas de gran tamaño como gabinetes, cofres, cajas de medición directa y tableros eléctricos, se realiza proceso de soldadura Mig, para piezas de un tamaño más reducido se procede a realizar soldadura de punto. En el caso de las cajas de paso y cajas de breaker se utiliza soldadura de punto; en este tipo de soldadura la superficie debe estar limpia, las piezas a soldar deben estar dobladas y cerradas de manera que el proceso se efectúe ágilmente.

2.4. Lavado

Las láminas de acero cold rolled traen consigo un recubrimiento de grasas y aceites que las protegen de la humedad y la oxidación, esta condición impide garantizar una adecuada fijación de la pintura electrostática. Debido a lo anterior debe someter el material a un proceso químico de limpieza de fosfato de zinc, el cual consiste en un lavado a través de 5 tanques: desengrase, enjuague, fisodine, fosfato, enjuague, este proceso desengrasa, limpia impurezas, previene la corrosión y deja la superficie en óptimas condiciones para el proceso de pintura.

2.5. Pintura y horneado

En esta área se dan acabados finales de pintura en polvo horneable de aplicación electrostática que asegura un excelente recubrimiento, buen brillo y gran resistencia a la humedad. Los siguientes parámetros deben ser tenidos en cuenta al iniciar la aplicación:

- Verificar una presión de aire adecuada

- Evitar acumulaciones de pintura en los rincones
- Cantidad de pintura expulsada por la pistola

Después de que la pieza esté pintada se lleva al horno de curado y se somete a una temperatura de 200 °C aproximadamente. Las piezas se retiran del horno después de 10 minutos de haber alcanzado la temperatura requerida.

2.6. Ensamble

Se reciben las piezas pintadas y se verifica la calidad del producto; las que requieren alguna corrección de pintura se procesan en la cabina de retoque. Se controla el espesor de pintura y se procede a ensamblar el material de acuerdo con las especificaciones técnicas e instructivos de ensamble predeterminados, finalmente se empaca el producto terminado en cajas de cartón y se remite al almacén para su posterior despacho.

3. Mantenimiento

En el proceso productivo de todas las empresas resulta indispensable mantener los equipos en el mejor estado de funcionamiento posible, por esta razón el concepto de mantenimiento se vuelve importante, ya que, sin él se presentan problemas como disminución en la productividad de la planta y disminución en el tiempo de operatividad de los equipos (vida útil).

Actualmente se utilizan distintos tipos de mantenimiento en la industria, como lo son el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo. Los tipos de mantenimiento no deben ser confundidos con sistemas organizativos como el TPM o el RCM.

Para la elección del tipo o tipos de mantenimiento que se van a realizar resulta de gran importancia analizar cuál es el que tiene mayor adaptación a las necesidades de la empresa, si se está en capacidad de realizarlo y si resulta necesario.

El mantenimiento correctivo es generalmente usado por la mayoría de las empresas pequeñas, ya que es el tipo de mantenimiento que menos gestión requiere, simplemente se van reparando los equipos que presenten daños o fallas, lo cual no resulta problemático si la empresa no tiene inconvenientes en detener un equipo para realizarle reparación. El problema de usar mantenimiento correctivo surge cuando una parada en la producción representa altos costos para la empresa y sin embargo resulte inevitable hacerla. En ese tipo de situaciones es que el mantenimiento preventivo resulta ser de gran valor ya que lo que busca es mantener los equipos en óptimas condiciones y disminuir las paradas imprevistas al mínimo.

3.1. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se ejecuta luego de que se presenta un falla o avería. En caso de no presentarse ningún daño en los equipos, el mantenimiento será nulo, y se deberá esperar a que se produzca el desperfecto para tomar acciones correctivas. Lo anterior provoca una disminución del tiempo productivo debido a paradas imprevistas, se presentan costos no presupuestados que dificultan la compra de los repuestos los requeridos en un momento determinado y tampoco permite analizar con detenimiento las causas que provocaron la falla, ya que la prioridad es reparar con rapidez el equipo para continuar con la producción.

3.2. Mantenimiento preventivo

También conocido como mantenimiento planificado, se realiza sin que hayan ocurrido fallas en los equipos, de manera controlada y sin errores en el sistema. La experiencia del departamento y personal de mantenimiento resulta imprescindible para programar las actividades a realizar en el momento más adecuado, teniendo como base las recomendaciones del fabricante y los manuales de operación de las máquinas.

Las actividades principales del mantenimiento preventivo se resumen: lubricación, electricidad y mecánica (LEM), con ellas se busca prevenir la ocurrencia de fallas en las máquinas que componen la línea de producción, realizando revisiones, verificaciones, limpiezas, lubricación, ajustes, entre otras tareas programadas en un cronograma.

3.3. Precedentes de mantenimiento en Indelpa S.A.

La empresa contaba con un plan de mantenimiento preventivo antiguo, en el cual había equipos que ya estaban fuera de servicio, otros que se habían vendido y algunos que no estaban incluidos en el plan. La empresa cuenta con una codificación de equipos que no permite identificar donde están ubicados ni qué tipo de equipos son. No se contaba con fichas técnicas. La información registrada en las hojas de vida de los equipos se presentaba sin algunos datos importantes de registrar y de una forma en la que resultaba difícil analizar dicha información para obtener indicadores.

3.4. Alcance del plan de mantenimiento

El proyecto tuvo como alcance la actualización del plan de mantenimiento preventivo con el que contaba la empresa apoyándose en el uso de herramientas ofimáticas con las que la empresa cuenta. La actualización de las actividades de mantenimiento preventivo se aplicó a los equipos críticos de la línea de producción, recopilando y organizando la información de estos, dando además cumplimiento a los objetivos específicos estipulados. Se presenta y se socializan los cambios realizados y los propuestos al personal encargado del área de mantenimiento.

3.5. Restricciones

Una cantidad considerable de los equipos que tiene la empresa no cuenta con manual de usuario, ya sea porque el equipo es de fabricación propia, porque son muy antiguos y dichos manuales se

perdieron con el tiempo o porque al momento de la compra estos no fueron entregados con la máquina, lo anterior provoca que dichas máquinas no cuenten con información técnica en sus tarjetas maestras.

Desafortunadamente, la información registrada en las hojas de vida de algunos equipos no resulta suficiente y no está escrita en un lenguaje normalizado lo que dificulta identificar la frecuencia de las acciones correctivas que se les ha realizado. Tampoco se tienen recomendaciones del fabricante.

4. Metodología

La actualización comenzó con una reunión con el jefe del departamento de mantenimiento, el cual hizo entrega de toda la información relacionada a esta área, además de una explicación de está. Se informó de los equipos que no estaban funcionamiento o que habían sido vendidos, dicha información se verificó realizando un listado general de equipos (inventario), con el inventario realizado se procede a diseñar un sistema de codificación que se ajuste a las características de la empresa.

Con los equipos codificados se procedió a recolectar la información correspondiente para crear las fichas técnicas de cada uno de los equipos, las cuales contienen información general, técnica, metrológicas y de operación.

Teniendo las fichas técnicas elaboradas se prosiguió con el diseño de un nuevo formato de hoja de vida de los equipos y una posterior exportación de la información almacenada en el formato antiguo al nuevo formato.

Con la información de las hojas de vida en el nuevo formato se procedió a revisar la frecuencia con la que se realizaban las actividades correctivas y así poder comparar que tan bien programadas estaban las actividades de mantenimiento preventivo. Finalmente se procede a sugerir

modificaciones en la frecuencia con la que se realizan, además de proponer nuevas actividades, teniendo en cuenta la criticidad de los equipos.

4.1. Codificación

La codificación de los equipos consiste en 3 pares de dígitos que permiten ubicar el equipo en la empresa. El código de cada equipo se presenta de la siguiente manera.

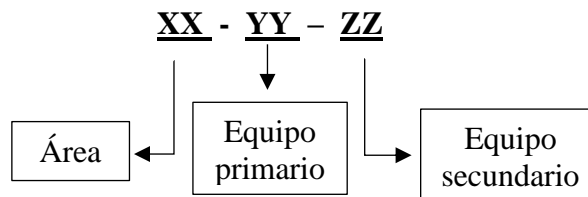


Figura 4.0 Estructura de codificación

- Los primeros dos dígitos XX determinan el área/sección en las que se encuentra el equipo.
- Los siguientes dos dígitos identificarán el equipo principal
- Los últimos dos dígitos determinarán el número del equipo secundario

EJEMPLO: Bomba de agitación desengrase

- XX= 06 que corresponde al área de lavado
- YY= 03 que corresponde al tanque de desengrase
- ZZ= 10 corresponde a esta bomba

Por lo tanto, el código de la bomba de agitación desengrase queda así: **06-03-10**

Codigo asignado XX	Área de trabajo
01	Cizallado
02	Lineas de flejes
03	Punzonado y doblado
04	Troquelado y almacenamiento
05	Soldadura
06	Lavado y horneado
07	Pintura
08	Máquinado
09	Plasticos
10	Ensamble y control de calidad
11	Despacho

Figura 9.1. Códigos asignados a las áreas

Codigo asignado ZZ	Tipos de equipos
01-09	Motores
10-19	bombas
20-29	Quemadores
30-39	Intercambiadores de calor
40-49	Reductores
50-59	servos

Figura 4.2. Códigos asignados a los equipos secundarios

4.2. Tarjeta maestra

La tarjeta maestra o ficha técnica es un gran resumen de la información relacionada al equipo, tiene como objetivo almacenar datos de fácil acceso que se puedan llegar a necesitar. La tarjeta maestra almacena información de tipo general, de tipo técnica, de condiciones de operación y metrológicas.

Debido a que la empresa no contaba con fichas técnicas de los equipos, sólo alguna información de los estos registrada en las hojas de vida, se procedió al diseño y creación de las fichas. A continuación, se presentan un par de ejemplos:



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA																	
REALIZADO POR:		Sebastian Carmona		Fecha: 25/10/2018													
MÁQUINA-EQUIPO	Cizalla hidráulica	Código	01-01-000														
FABRICANTE	Durmazlar	Área	Cizallado														
MODELO	SBT 3006	Número de serie	6079136634														
MARCA	Durma																
CARACTERÍSTICAS GENERALES																	
PESO	7250 kg	ALTURA	2,10 m	ANCHO	3,70 m												
				LARGO	4,10 m												
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO														
<ul style="list-style-type: none"> Máx. golpes por minuto: 15 Alcance tope trasero: 1 m Largo de corte: 3,1 m Cilindros de sujeción: 16 Fuerza de sujeción: 14 Ton Capacidad tanque lubricante: 200 lt Máxima presión del sistema hidráulico 210 kg/cm² / 3045 psi 																	
EQUIPOS SECUNDARIOS			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Capacidad de corte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ST 42</td> <td>6 mm</td> </tr> <tr> <td>ST 52</td> <td>5 mm</td> </tr> <tr> <td>St 70 Hard carbon steel</td> <td>3 mm</td> </tr> <tr> <td>Stainless</td> <td>4 mm</td> </tr> <tr> <td>Aluminio</td> <td>7 mm</td> </tr> </tbody> </table>			Material	Capacidad de corte	ST 42	6 mm	ST 52	5 mm	St 70 Hard carbon steel	3 mm	Stainless	4 mm	Aluminio	7 mm
Material	Capacidad de corte																
ST 42	6 mm																
ST 52	5 mm																
St 70 Hard carbon steel	3 mm																
Stainless	4 mm																
Aluminio	7 mm																
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:																	

Figura 4.3. Ejemplo 1 de ficha técnica Indelpa S.A.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA													
REALIZADO POR:		Sebastian Carmona		Fecha:		25/10/2018							
MÁQUINA-EQUIPO		Punzonadora de torreta		Codigo		03-01-000							
FABRICANTE		Amada		Área		Punzonado y doblado							
MODELO		Pega 345		Número de									
MARCA		Amada		serie									
CARACTERÍSTICAS GENERALES													
PESO	12000 kg	ALTURA	2,174 m	ANCHO	3,780 m	LARGO	4,677 m						
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO									
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad de prensa: 30 Ton Área de mecanizado: (1,00x1,25) m Tamaño Máx. de lámina: (1,27x3,66) m Peso máximo de lámina: 100 kg Máx golpes por minuto: 350 Control: Amada 04PC Punzones con auto index: 58 estaciones (1/2":36; 1-1/4":12; 2":4; 3-1/2":2; 4-1/2":2) Auto index: 2 estaciones de 1-1/4" Requerimientos aire comprimido: 80 psi @ 8,8 ft³/min Requerimientos eléctricos: 46 A @ 230 V / 3 φ / 60 Hz (VAC) 23 A @ 460 V / 3 φ / 60 Hz (VAC) 													
EQUIPOS SECUNDARIOS				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Espesor máximo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hierro</td> <td>6,5 mm</td> </tr> <tr> <td>Acero inox</td> <td>5 mm</td> </tr> </tbody> </table>				Material	Espesor máximo	Hierro	6,5 mm	Acero inox	5 mm
Material	Espesor máximo												
Hierro	6,5 mm												
Acero inox	5 mm												
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA: Manual del usuario													

Figura 4.4. Ejemplo 2 de ficha técnica Indelpa S.A.

Como se observa en los ejemplos, las fichas diseñadas para la maquinaria de Indelpa S.A. se componen de 5 zonas principales, las cuales son:

- **Características generales:** En esta zona se almacena datos como el nombre del equipo, modelo, marca, fabricante, ubicación en la empresa (área), número de serie, peso y dimensiones.
- **Características técnicas:** La información almacenada en esta zona dependerá del equipo correspondiente a la ficha técnica, algunos ejemplos de estas características son la capacidad del tanque lubricante, capacidad de la prensa en toneladas, máxima presión del sistema hidráulica, golpes por minuto, requerimientos eléctricos, requerimientos de aire comprimido, entre otros.
- **Equipos secundarios:** En esta sección se identifican y caracterizan los equipos secundarios con los que trabaja el equipo primario
- **Campo en blanco:** Se utiliza para almacenar información adicional que se necesite indicar, normalmente se utilizo para indicar las características del material con el que la máquina trabaja
- **Información complementaria:** Referencia donde se puede encontrar más información relacionada con el equipo

4.3. Orden de trabajo

Debido a que la empresa no usa ordenes de trabajo para realizar las actividades de mantenimiento, se procedió al diseñar un formato de orden de trabajo como parte de la actualización. La orden de trabajo resulta de gran importancia ya que con ella se soportan todas las acciones y actividades relacionadas con la máquina. En la parte posterior se encuentran unos campos que se deben ser completados por el personal de mantenimiento y seguidamente reportar las acciones en la hoja de vida correspondiente.


		ORDEN DE TRABAJO #---	
Equipo:		Codigo:	
Fecha de solicitud		Solicitado por:	
Tipo de mantenimiento		Clase de mantenimiento:	
Autorizado por:		Asignado a:	
Supervisado por:		Tipo de prioridad:	
Tipo de orden:	Interna ____ Contratista ____ Taller externo ____		
Actividades		Codigo de la actividad	
Repuestos		Cantidad	
Herramientas			

Figura 4.5. Orden de trabajo

4.4. Hoja de vida

Las hojas de vida son la recopilación de todas aquellas actividades de reparación, mantenimiento y mejoras que se le realizan a un equipo. Esta información es suministrada por las ordenes trabajo que se van ejecutando. Es de suma importancia tener organizada la información que se almacena en las hojas de vida, de tal forma que sea útil para posteriores análisis que permitirán la toma de decisiones administrativas fundamentadas en los resultados obtenidos de dichos análisis.

En el caso de las hojas de vida con las que contaba la empresa Indepa S.A. la forma en la que se almacenaba la información dificultaba de gran manera el análisis de esta, ya que no se agrupaba de ninguna forma, sino que simplemente se reportaba la fecha y al lado de ella se escribía conjuntamente lo relacionado con el acontecimiento. Debido a lo anterior se procedió a diseñar un nuevo formato de hoja de vida el cual permite analizar la información de manera más sencilla y sistematizada, posteriormente se trasladó toda la información de los formatos antiguos a los nuevos formatos. Un par de ejemplos de la información en el nuevo formato se muestran a continuación

HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA N°3										
Nombre del equipo				Marca		Codigo			Área	
Línea de flejes #2				Indelpa		02-02-000 (22100)			Flejes	
									Costos	
Fecha	Realizado por / Comprado en	Descripción del mantenimiento / Acontecimiento	Repuestos utilizados / Items comprados	Cantidad	N° personas	H. hombre	Mano de obra	Repuestos	Total	# Factura
18/03/2009	Cortes y Retales S.A.		MATERIALES PARA 2 BOBINADORES					\$203.700	\$203.700	003130
7/04/2009	Cortes y Retales S.A.	PARA EL TROQUEL FONDO C-B	LAMINAS DE H.R					\$2.307.194	\$2.307.194	3282
7/05/2009	Gima S.A.		Rodamiento lineal	1				\$522.000	\$522.000	34674
7/05/2009	Gima S.A.		chumacera FK	1						
18/05/2009	Cortes y Retales S.A.	para las bases del troquel fondos CB	Acero plata	1				\$179.800	\$179.800	3561
18/05/2009	Cortes y Retales S.A.		placas de h.r	1						
12/06/2009	Los Restrepos	para los bobinadores	rodachinas	1				\$246.552	\$246.552	32918
19/06/2009	Bronces y Laminas S.A.	para expulsora de troquel fondo CB	Lamina H.R de 1/2	1				\$80.280	\$80.281	1000029
19/06/2009	Bronces y Laminas S.A.		Lamina H.R de 1/4	1						
24/06/2009	Tratar S.A.S	Tratamiento termico de piezas de troquel fondo CB					\$90.526		\$90.526	0124024
25/06/2009	Raysan Ltda	Erosionado de piezas del troquel fondo CB					\$4.628.400		\$4.628.400	4553
25/06/2009	Raysan Ltda	Maquinado de placas portatroquel fondos CB								4552
25/06/2009	Raysan Ltda	fabr de columnas y casquillos para rodamientos					\$4.060.000		\$4.060.000	
2/07/2009	COHA Ltda		Cilindro hidraulico tipo botella	1				\$1.285.947	\$1.285.947	16934
2/07/2009	TorniPartes		REDUCCION DE 3/4 A 1/2	1				\$5.000	\$5.000	72940
7/07/2009	Ing. German Paris	Revisión del tablero de control					\$30.000		\$30.000	163
8/07/2009	Bronces y Laminas S.A.	para fabricar expulsoras y bridas	Laminas de H.R					\$195.640	\$195.640	00200
22/07/2009	Raysan Ltda	Fabricación de flanche para el gato					\$290.000		\$290.000	4627

Figura 4.7. Ejemplo 1. Nuevo formato hoja de vida

HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA N°31										
Nombre del equipo				Marca		Codigo			Área	
Horno de secado				Indelpa		06-09-000 (22068)			Lavado	
									Costos	
Fecha	Realizado por / Comprado en	Descripción del mantenimiento / Acontecimiento	Repuestos utilizados / Items comprados	Cantidad	N° personas	H. hombre	Mano de obra	Repuestos	Total	# Factura
30/05/2009	Aceros Mapa		angulo de 3/16 x 1 1/2	12 m				\$61.372	\$83.972	4839
30/05/2009			varilla redonda de 1/2	12 m				\$22.600		
30/05/2009	Almacen Cartagena	transporte(jose luis Muñoz)	rodachines	4				\$24.000	\$26.600	170640
31/05/2009	A Gas Estufas Industrial	instalacion de quemador con 1,14 mts de tubo galvanizado, cedula 40, accesorios (gas) y conexión eléctrica					\$114.000		\$114.000	0508
12/06/2009	Los Restrepos	Para los carros de las parrillastransporte	rodachinas y transporte	8				\$127.584	\$132.584	32918
13/06/2009	Aceros Mapa	Para los carros	Angulos y varillas					\$84.300	\$84.300	5056
25/06/2009	Aceros Mapa	Para fabricar mas carros para el horno	Angulos y varillas					\$155.491	\$155.491	5179
2/07/2009	Los Restrepos		Rodachinas 3PU 19A					\$239.999	\$239.999	33510
7/07/2009	Almacen Cartagena	transporte(jose luis Muñoz)	Rodachinas de 4" sin balinera	8				\$48.000	\$50.000	171404
7/07/2009	Ing. German Paris	Revisión del quemador					\$30.000		\$30.000	163
7/07/2009	Aceros Mapa		varilla de 3/8					\$93.840	\$93.840	5345
10/07/2009	Automatizando		Cables termocupla					\$127.600	\$127.600	6387
4/07/2009	Nestor Bravo		soldadura soldarco 6010 y super 613 1/8					\$50.431	\$50.431	041140
30/07/2009	Aceros Mapa	Para fabricar carros	Ang. De 3/16 x 1 1/2 x 6mts					\$213.575	\$213.575	5671
17/11/2012	Bronces y Laminas S.A.		Acero red 4140 6" x 200mm					\$203.346	\$203.346	23579
24/04/2013	Ing. German Paris	Revisión sistema eléctrico del quemador, cambio y suministro de transformador de control					\$100.000		\$100.000	359
8/02/2018	Automatizando		Termocupla tipo J, racor 1/2 NPT					\$96.400	\$96.400	5691

Figura 4.8. Ejemplo 2. Nuevo formato hoja de vida

Las nuevas hojas de vida fueron creadas en un documento de Excel, el cual cuenta con un índice de equipos que está hipervinculado a cada hoja de vida. También se aprovechó el traslado de la información para identificar los proveedores a los que acude la empresa y hacer un listado de ellos.

4.5. Tareas de mantenimiento

Se crearon tareas de mantenimiento que serán ejecutadas en las labores realizadas por el equipo en el mantenimiento preventivo y se le asignó un código a cada una de ellas.

- **Tareas mecánicas**

Tareas mecánicas	
Codigo	descripción
M1	Revisión motor unidad hidráulica
M2	Verificar filo cuchillas
M3	Verificar estado de guía desplazamiento topes
M4	Verificar estado de punzones y matrices
M5	Revisar conexiones de aire
M6	Verificar funcionamiento del motor
M7	Verificar estado de mangueras de aire
M8	Revisión estado de las boquillas
M9	Limpieza rotor y boluta
M10	Limpieza quemador
M11	Limpieza interna del horno
M12	Cambio de rodamientos
M13	Cambio de sellos
M14	Ajuste de fugas y verificación de sellos hidráulicos
M15	Revisión de rodamientos y bujes
M16	Ajuste tornillería
M17	Verificación del ajuste de las bancadas
M18	Revisión de correas y poleas
M19	Cambio de correas y poleas
M20	Verificación estado de brazos porta electrodos
M21	Verificación estado de manguera y conductos
M22	Limpieza y revisión de pistola

Figura 4.9. Tareas mecánicas de mantenimiento.

- **Tareas eléctricas**

Tareas eléctricas	
Codigo	Descripción
E1	Verificar estado del cableado eléctrico
E2	Verificar el corrector funcionamiento del panel de control
E3	Verificar estado de sistema eléctrico
E4	Limpieza de componentes eléctricos
E5	Revizar estado de switches
E6	Revisión de pantalla
E7	Revisión sensores
E8	Revisión electrovalvulas
E9	Revisión tablero eléctrico

Figura 4.10 Tareas eléctricas de mantenimiento

- **Tareas de lubricación**

Tareas lubricación	
Codigo	Descripción
L1	Verificación técnica para cambio de aceite
L2	Revisión filtros de aceite
L3	Engrasar y lubricar barras y guías deslizantes
L4	Lubricación rodamientos y chuma
L5	Cambio filtros de aceite
L6	Cambio de aceite
L7	Lubricación tornillo sin fin
L8	Lubricar rodillos guías
L9	Lubricar eje del cilindro
L10	Cambio de aceite reductores

Figura 4.11. Tareas de lubricación de mantenimiento

4.6. Rutas y rutinas de mantenimiento

Luego de hacer una revisión de la información almacenada en las hojas de vida, se determina que no se cuenta con datos suficientes para proponer modificaciones a la programación de las actividades de mantenimiento realizadas la empresa. Al consultar con los operarios un estimado de las fechas en que se producen fallas su conocimiento es más bien escaso, y el encargado del mantenimiento indica que se debe consultar en las hojas de vida.

Debido a lo anterior, se proponer comenzar a utilizar la codificación de las tareas de mantenimiento y reportarlo todo en el nuevo formato, lo cual permitirá con el paso del tiempo obtener información precisa para reprogramar la frecuencia con que se realizan las actividades.

5. Informes obtenidos con el nuevo formato de hoja de vida

Se creó una tabla de la información en Excel, la cual permite hacer filtros de los datos allí almacenados, por ejemplo: por fecha, por proveedor, por acontecimiento o por repuesto. Debido a que se utilizan estos filtros, la información debe ser introducida de una manera estándar, para que así se pueda encontrar toda la información relacionada a la palabra o palabras que se busquen. Lo anterior resulta de mayor importancia cuando se introduzcan los acontecimientos.

HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA N°3										
Nombre del equipo			Marca		Codigo			Área		
Línea de flejes #2			Indelpa		02-02-000 (22100)			Flejes		
Fecha	Realizado por / Comprado en	Repuestos utilizados / Items comprados	Cantidad	N° personas	H. hombre	Mano de obra	Repuestos	Total	# Factura	
18/03/2009	Cortes y Retales S.A.	MATERIALES PARA 2 BOBINADORES					\$203.700	\$203.700	003130	
7/04/2009	Cortes y Retales S.A.	LAMINAS DE H.R					\$2.307.194	\$2.307.194	3282	
7/05/2009	Gima S.A.	Rodamiento lineal	1				\$522.000	\$522.000	34674	
7/05/2009	Gima S.A.	chumacera FK	1						3561	
18/05/2009	Cortes y Retales S.A.	Acero plata	1				\$179.800	\$179.800	32918	
18/05/2009	Cortes y Retales S.A.	placas de h.r	1				\$246.552	\$246.552	1000029	
12/06/2009	Los Restrepos	rodachinas	1				\$80.280	\$80.281	0124024	
19/06/2009	Bronces y Laminas S.	Lamina H.R de 1/2	1						4553	
19/06/2009	Bronces y Laminas S.	Lamina H.R de 1/4	1							
24/06/2009	Tratar S.A.S					\$90.526		\$90.526		
25/06/2009	Raysan Ltda					\$4.628.400		\$4.628.400		

Figura 5.0. Filtro de información por acontecimiento

Además, se creó una tabla dinámica que permite observar el gatos anual, trimestral y mensual relacionado a un proveedor (de una máquina específica), también muestra el gasto total por mes, trimestre y que la máquina genera.

		<4/04/2007	2007	2008	2009		Total 2009		2010	2011	2013	2015	2016	2019	Total general		
					Trim.1	Total Trim.1	Trim.3	Trim.4									
Etiquetas de fila	Y				feb	mar											
Airmat Ltda																	
Automatizando							\$8.101	\$8.101	\$273.100						\$281.201		
Axxecol S.A.													\$275.600		\$275.600		
Bohler											\$214.320				\$214.320		
EDS Los Pisamos																	
Ing. Alexander Guapacha											\$190.000				\$190.000		
Ing. German Paris					\$90.000	\$90.000	\$60.000	\$150.000	\$50.000		\$100.000				\$300.000		
Los Restrepos											\$170.000				\$170.000		
Mecanicol S.A.S							\$220.400	\$220.400							\$220.400		
Racores y Partes			\$10.112										\$5.629		\$15.741		
Raysan Ltda		\$3.210.300	\$1.526.000	\$46.401		\$46.401	\$570.000	\$616.401	\$350.000	\$260.000					\$5.962.701		
Tecnihidraulicos											\$498.800				\$498.800		
Temples Industriales S.A.S.											\$10.000				\$10.000		
Total general			\$3.210.300	\$1.536.112	\$46.401	\$90.000	\$136.401	\$60.000	\$798.501	\$994.902	\$673.100	\$260.000	\$1.083.120	\$100.000	\$275.600	\$5.629	\$8.138.763

Figura 5.1. Tabla dinámica gastos, fechas y proveedores

Finalmente se construyó un gráfico dinámico que permite observar el comportamiento del gasto total de mantenimiento por año. En este caso, como en los anteriores, se tiene la posibilidad de filtrar los gastos dependiendo de quien realice la actividad, lo cual permite compara cuanto se gasta internamente en el mantenimiento y cuanto se gastan en contratistas (esto es posible solo si se llena de manera juiciosa el campo “realizado por”).

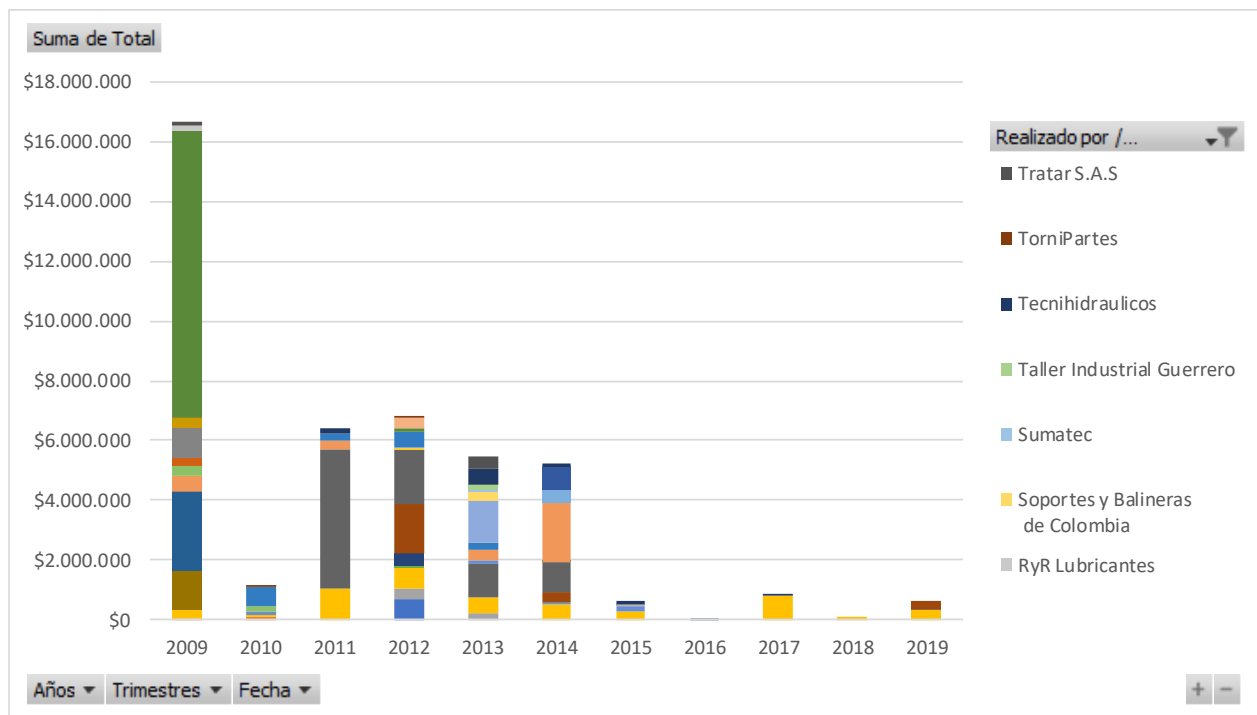


Figura 5.2. Gasto anual en mantenimiento por máquina

Conclusiones

- Para realizar una gestión de mantenimiento de manera adecuada es necesario tener a una persona encargada de verificar, supervisar y promover la ejecución del plan de mantenimiento, además de realizar todas las labores administrativas relacionadas
- El almacenamiento de la información requiere de un lenguaje normalizado que permita procesar fácilmente la información.
- La empresa no registra una cantidad suficiente de información para realizar una gestión adecuada del mantenimiento.
- Se actualizó el inventario de equipos de la empresa y se propuso un nuevo sistema de codificación
- Se crearon las fichas técnicas de las máquinas, ya que la empresa no contaba con ellas.
- Se codificaron las actividades de mantenimiento que la empresa ejecuta, con el objetivo de que en el futuro sea posible contar con información clara para reprogramar dichas actividades.
- Se creó un nuevo formato de hoja de vida que permite un análisis sistematizado de la información que allí se almacena.
- Se creó un formato de orden de trabajo.
- Se presentó y se explicó las actualizaciones realizadas al plan de mantenimiento al personal respectivo. También se hicieron las recomendaciones correspondientes

Recomendaciones

- Se recomienda contratar una persona encargada de verificar, supervisar y promover la ejecución del plan de mantenimiento, además de realizar todas las labores administrativas relacionadas
- Se recomienda registrar una mayor cantidad de información relacionada al mantenimiento, tal como horas hombre, personal requerido, fechas de instalación de repuestos, encargado de instalación de repuestos y demás información requerida en las ordenes de trabajo y hojas de vida
- Se recomienda implementar el nuevo sistema de codificación propuesto.
- Se debe introducir la información en las hojas de vida con un lenguaje normalizado y en lo posible llenar todos los campos que allí se requieren
- Se sugiere la adquisición de un software de mantenimiento especializado, ya que estos permiten realizar un análisis más profundo de la gestión del mantenimiento

BIBLIOGRAFIA

- **Benjumea Aguirre, J. M. (2009) Plan de mantenimiento de la planta de tratamiento villasantana s.a. esp. disertación. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Eléctrica.**
- **Bernal Gonzáles, Juan Pablo. (2019) Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para industrias Tomy S.A. disertación. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería mecánica.**
- **Portal de documentación. Indelpa S.A.**
- **C. A. Montilla. “Fundamentos de mantenimiento industrial” Universidad Tecnológica de Pereira.**
- **HERRERA, Humberto. Guía de mantenimiento, Facultad de ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.**
- **C. A. Montilla, Y. Zuluaga, S. Parra, “Determinación de las estrategias de mantenimiento utilizadas por las grandes y mediana empresas del área metropolitana de Pereira- Dosquebradas”. Universidad Tecnológica de Pereira.**